

INJECTOR DRIVE CIRCUIT

Patent Number: JP11351039
Publication date: 1999-12-21
Inventor(s): UTSUNO KIMITAKA; ANPO MASA HARU
Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP
Requested Patent: ☐ JP11351039
Application Number: JP19980162016 19980610
Priority Number(s):
IPC Classification: F02D41/20; F02M51/00; F02M51/06
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the injection characteristic of an injector by shortening its valve opening period.

SOLUTION: An injector drive circuit 1 mainly comprises a constant voltage application part 2, a timing control part (TC) 3, a constant current control part 4, switches SW1 to SW3 and the like. The constant voltage application part 2, which consists of a high voltage charge control part (HVC) 20 and a large capacity capacitor C, transduces a battery voltage (+B) of, for example, 12 V into a high DC voltage of about 200 V in the high voltage charge control part 20 and also controls the charging of the capacitor C. For driving an injector INJ, the timing control part 3 actuates the switches SW1 and SW2 to cause the capacitor C to apply a prescribed high voltage or constant voltage to an injector solenoid L1.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-351039

(43) 公開日 平成11年(1999)12月21日

(51) Int. Cl. ⁴	識別記号	P I	
F 0 2 D 41/20	3 3 0	F 0 2 D 41/20	3 3 0
F 0 2 M 51/00		F 0 2 M 51/00	G
51/06		51/06	M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-162016

(22) 出願日 平成10年(1998) 8 月10日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 宇都野 公孝

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 安保 正治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

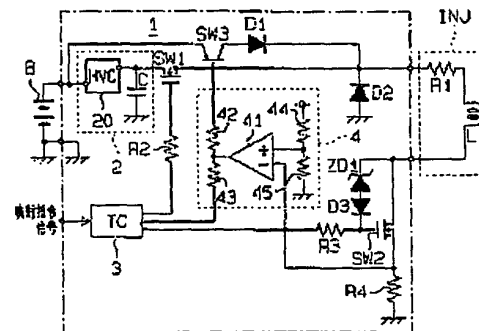
(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 インジェクタ駆動回路

(57) 【要約】

【課題】 インジェクタの開弁時間を短縮してインジェクタ噴射特性のさらなる向上を図ることのできるインジェクタ駆動回路を提供する。

【解決手段】 インジェクタ駆動回路1は、定電圧印加部2、タイミング制御部(TC)3、定電流制御部4、スイッチSW1～SW3等によって構成される。また定電圧印加部2は、高電圧チャージ制御部(HVC)20と大容量コンデンサCによって構成される。そして定電圧印加部2は、その高電圧チャージ制御部20において例えば12Vのバッテリー電圧(+B)を200V程度の直流高電圧に変換するとともにコンデンサCの充電制御を行う。そして、インジェクタINJの駆動開始時、タイミング制御部3によりスイッチSW1およびスイッチSW2がオンされるに伴い、コンデンサCから所定高電圧(定電圧)をインジェクタソレノイドL1に印加する。



(2)

特開平11-351039

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】インジェクタを駆動するソレノイドをその駆動当初のみ大電流駆動し、その後の所定時間はより小さな電流にて定電流駆動するインジェクタ駆動回路において、

前記ソレノイドに対し前記大電流駆動のための駆動信号を供給する回路として一定の高電圧を出力する定電圧回路を用いることを特徴とするインジェクタ駆動回路。

【請求項2】請求項1記載のインジェクタ駆動回路において、

前記定電圧回路は、前記ソレノイドに対してその放電時に前記一定の高電圧の印加が可能な容量を有するコンデンサと、電源電圧を所定の高電圧に昇圧するとともに前記コンデンサを該所定の高電圧に随時充電可能な高圧充電回路とを備えて構成されることを特徴とするインジェクタ駆動回路。

【請求項3】請求項1または2記載のインジェクタ駆動回路において、

前記大電流駆動のための駆動信号の前記ソレノイドへの供給時間は同ソレノイドに流れる電流値が前記インジェクタの開弁可能値に達する時間を見込んで設定されることを特徴とするインジェクタ駆動回路。

【請求項4】請求項1または2記載のインジェクタ駆動回路において、

前記ソレノイドに流れる電流値をモニタする手段を備え、

前記大電流駆動のための駆動信号の前記ソレノイドへの供給時間は、該モニタされる電流値が前記インジェクタの開弁可能値に対応する所定のしきい値を超えるまでの時間として設定されることを特徴とするインジェクタ駆動回路。

【請求項5】請求項4記載のインジェクタ駆動回路において、

前記所定のしきい値を別途検出される燃料圧力に応じて可変とすることを特徴とするインジェクタ駆動回路。

【請求項6】請求項1～5のいずれか1項に記載のインジェクタ駆動回路において、

前記大電流駆動のための駆動信号の前記ソレノイドへの供給時間および同駆動信号の波高値の少なくとも一方を別途検出される燃料圧力に応じて可変とすることを特徴とするインジェクタ駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、内燃機関においてインジェクタを駆動するインジェクタ駆動回路に係り、詳しくは、高圧型インジェクタの始動特性を改善する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、燃費効率の向上を図るため、ガソリンエンジンのシリンダにインジェクタ（燃料噴射装

2

置）を配設し、シリンダ内に燃料を直接噴射することが試みられている。このシリンダ内への燃料の直接噴射によれば、インジェクタから供給されるガソリン燃料は全てシリンダ内に供給されるため、より燃焼に近い燃焼を実現することが可能となり、燃費の向上、排気ガス中のNOx、HC等の低減を実現することができる。

【0003】しかし直接噴射の場合、ガソリン燃料が噴射される空間はシリンダブロック、ピストンおよびシリンダヘッドによって構成される空間であり、圧縮行程中での噴射を考えるとインテークマニホールド内に噴射される場合と比較して、非常に高い圧力下で噴射を行わなければならない。また、燃料噴射後において燃料が充分拡散される空間的、時間的余裕がない。従って、このような条件下において、従来と同等の燃焼条件を得るためには、インジェクタに供給されるガソリン燃料の燃圧を高くして、シリンダ内に噴射された瞬間から燃料を充分に拡散させる必要がある。そのためには、高い燃圧に抗してインジェクタを高速駆動させるとともに、燃料噴射時間を正確にコントロールする必要があり、その駆動回路としても、インジェクタ（詳しくはインジェクタソレノイド）に短時間に高電圧を印加して、インジェクタのニードルバルブを高速で開閉動作させる必要がある。

【0004】ここで、上述したような直接噴射インジェクタ用のインジェクタ駆動回路としては、例えば特開平9-105367号公報、特開平9-144622号公報等に掲載の駆動回路が知られている。これら駆動回路においては、コンデンサ、インジェクタソレノイド、同ソレノイドの内部抵抗によって構成されるLCR回路の過渡現象を利用して、同コンデンサに充電された高電圧をインジェクタソレノイドに印加するようにしている。これらLCR回路の過渡現象を利用した直接噴射インジェクタ用のインジェクタ駆動回路の基本的構成と動作を図13および図14を参照して説明する。

【0005】図13に示されるインジェクタ駆動回路は大きくは昇圧回路120、充電コンデンサC51、スイッチSW11～SW14で構成される。なお、これらスイッチSW11～SW14は図示しない制御装置によってオン/オフ（ON/OFF）制御されるトランジスタ、FET（電界効果トランジスタ）等のスイッチング素子によって構成されている。

【0006】バッテリーBの両端子には昇圧回路120が接続され、昇圧回路120にはスイッチSW14を介して充電コンデンサC51が接続されている。同コンデンサC51の両端子間には、スイッチSW11とスイッチSW13との並列回路およびインジェクタソレノイドLが直列に接続されている。なお、インジェクタソレノイドLに直列接続されている抵抗は同インジェクタソレノイドLの内部抵抗R（以下、単に内部抵抗Rと記す）を示すものである。

【0007】一方、バッテリーBのプラス端子にはスイッ

(3)

特開平11-351039

3

チSW12とツェナーダイオードZDとの並列回路、および逆流防止ダイオードDが直列に接続され、該ダイオードDのカソード端子が上記インジェクタソレノイドLとスイッチSW11およびスイッチSW13からなる並列回路との接続点に接続されている。前記逆流防止ダイオードDは、コンデンサC51の充電電流が同コンデンサC51からスイッチSW12側へ流れるのを防止するものである。

【0008】次に、図14を併せ参照して、上記のように構成されたインジェクタ駆動回路の動作を説明する。いま、コンデンサC51の電圧Vc51が、図14(f)に示す態様で、昇圧回路120により予め充電されて高電圧状態にあるとすると、まず、インジェクタソレノイドLの駆動時期並びに駆動時間情報が含まれるインジェクタ駆動信号(図14(a))がONとなる時刻t1にスイッチSW11をONとして、この充電による高電圧をインジェクタソレノイドLに印加する。このときコンデンサC51の放電に伴うLCR回路の過渡現象によりインジェクタソレノイド電流ISOL(図14(h))はピーク値に達するとともにインジェクタのニードルバルブが開閉する。そして、このスイッチSW11(図14(b))をそのままONし続けることにより、コンデンサ電圧Vc51はゼロクロスして、図14(g)に示すインジェクタソレノイド電圧Vsolも負電圧になる。

【0009】次に、時刻t2に、図14(b)および(c)に示す態様でスイッチSW11をOFFするとともにスイッチSW12をONし、上記ピーク値に比べ小さなインジェクタソレノイド電流ISOL(保持電流)をバッテリーBからインジェクタソレノイドLに供給する。この保持電流は、上記ニードルバルブを所定時間開状態に維持するための定電流である。

【0010】続いて、上記インジェクタ駆動信号(図14(a))のOFFタイミングとなる時刻t3で、スイッチSW12をOFFして上記保持電流の供給を停止するとともに、図14(d)に示す態様でスイッチSW13をONする。これによりニードルバルブは閉弁され、当該インジェクタによる燃料の噴射も停止される。

【0011】その後、適当なタイミングである時刻t4にスイッチSW14(図14(e))をONし、昇圧回路120による昇圧のもとに、図14(f)に示す態様でコンデンサC51を再充電する。充電完了後は時刻t5にスイッチSW14をOFFとして、次にスイッチSW11がONとされるタイミング(t1)まで待機する。

【0012】図13に示したインジェクタ駆動回路を通じてこうした動作が繰り返し実行されることにより、インジェクタソレノイドLには、図14(h)に示される態様でその駆動電流が供給されるようになる。すなわち上述のように、こうした回路では、高い圧に抗してニードルバルブを高速駆動させるとともに、燃料噴射時間

4

を正確にコントロールする必要があるため、図14の時刻t1、t2間においてインジェクタソレノイド電流ISOLのピーク部分が必要となる。ところが、インジェクタソレノイドLはこのピーク電流(大電流)を流してニードルバルブを高速駆動するためには、直載バッテリーBの電圧12Vでは不足である。そのため、昇圧回路120で所定の高電圧を発生させ、それをコンデンサC51に充電し、所定タイミングで一気にインジェクタソレノイドLに印加して上記所望のピーク電流値を得ている。また、一旦ニードルバルブを開弁した後は、インジェクタソレノイド電流ISOL値を上記保持電流に切替えて同ニードルバルブの開状態を所定時間維持している。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記公報に掲載のインジェクタ駆動回路や先の図13に示したインジェクタ駆動回路にあっては、LCR回路の過渡現象を利用してインジェクタソレノイドに高電圧を印加するため、インジェクタソレノイド電流(励磁電流)の十分な立ち上がり特性を確保できないことがある。こうして十分な立ち上がり特性が確保できない場合には、要求される上記ニードルバルブの開弁スピードが得られない、すなわち満足するインジェクタの噴射特性が得られないという不都合が生じることとなる。

【0014】本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、インジェクタの開弁時間を短縮してインジェクタ噴射特性のさらなる向上を図ることのできるインジェクタ駆動回路を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載のインジェクタ駆動回路では、インジェクタを駆動するソレノイドをその駆動当初のみ大電流駆動し、その後の所定時間はより小さな電流にて定電流駆動するインジェクタ駆動回路において、前記ソレノイドに対し前記大電流駆動のための駆動信号を供給する回路として一定の高電圧を出力する定電圧回路を用いることをその要旨としている。

【0016】同構成によれば、インジェクタのソレノイドの励磁開始時、すなわちインジェクタの駆動開始時、定電圧回路はソレノイドに一定の高電圧を所定時間印加する。そのため、インジェクタのソレノイドには矩形波状の高電圧が印加され、そのときのソレノイド励磁電流の立ち上がりは、LCR回路の過渡現象による同励磁電流の立ち上がりより早くなり、インジェクタの開弁時間も短くなる。

【0017】また、請求項2の発明では、請求項1記載のインジェクタ駆動回路において、前記定電圧回路は、前記ソレノイドに対してその放電時に前記一定の高電圧の印加が可能な容量を有するコンデンサと、電源電圧を所定の高電圧に昇圧するとともに前記コンデンサを該所

(4)

特開平11-351039

5

6

定の高電圧に随時充電可能な高圧充電回路とを備えて構成されることをその要旨としている。

【0018】同構成によれば、コンデンサの容量をソレノイドに対してその放電時に前記一定の高電圧の印加が可能なものとする。このとき、コンデンサからソレノイドへの励磁電流はコンデンサの影響をほとんど受けず、LR回路の過渡現象による励磁電流と考えることができる。このLR回路の過渡現象による励磁電流の立ち上りは、一般に、LCR回路の過渡現象による同励磁電流の立ち上りより早く、そのため、インジェクタの開弁時間

10

も短くなる。
【0019】また、請求項3の発明では、請求項1または2記載のインジェクタ駆動回路において、前記大電流駆動のための駆動信号の前記ソレノイドへの供給時間は同ソレノイドに流れる電流値が前記インジェクタの開弁可能値に達する時間を見込んで設定されることをその要旨としている。

【0020】同構成によれば、所定印加時間にてソレノイドへの高電圧の印加が停止されるため、不要に開弁力を与えることを防止でき、それは開弁エネルギーの省エネ化となる。

20

【0021】また、請求項4の発明では、請求項1または2記載のインジェクタ駆動回路において、前記ソレノイドに流れる電流値をモニタする手段を備え、前記大電流駆動のための駆動信号の前記ソレノイドへの供給時間は、該モニタされる電流値が前記インジェクタの開弁可能値に対応する所定のしきい値を超えるまでの時間として設定されることをその要旨としている。

【0022】同構成によれば、ソレノイドに流れる電流値をモニタし同電流値がインジェクタの開弁可能な所定しきい（規定）値となるタイミングにてソレノイドへの高電圧の印加が停止されるため、インジェクタの開弁をより臨実なものとして行うことができる。また、高電圧の印加時間を好適に変化させることもとなり、それは開弁エネルギーの省エネ化ともなる。

30

【0023】また、請求項5の発明では、請求項4記載のインジェクタ駆動回路において、前記所定のしきい値を別途検出される燃料圧力に応じて可変とすることをその要旨としている。

【0024】同構成によれば、前記インジェクタの開弁可能な励磁電流の所定しきい値を燃料圧力に応じて可変とする。そのため、ソレノイドに印加する高電圧の印加時間を燃料の圧力に応じて、例えば比例させて変更することにより、燃料圧力の変化にかかわらずインジェクタの開弁エネルギーを好適化できるとともに省エネ化できる。

40

【0025】また、請求項6の発明では、請求項1～5のいずれか1項に記載のインジェクタ駆動回路において、前記大電流駆動のための駆動信号の前記ソレノイドへの供給時間および同駆動信号の波高値の少なくとも一

50

方を別途検出される燃料圧力に応じて可変とすることをその要旨としている。

【0026】同構成によれば、大電流駆動のためにソレノイドに印加する高電圧の印加時間および同高電圧の波高値の少なくとも一方を燃料の圧力に応じて変更することにより、燃料圧力の変化に応じてインジェクタの開弁エネルギーをより好適化できる。そのため、燃料圧力の変化にかかわらずインジェクタの開弁エネルギーをより好適化できるとともに省エネ化できる。

【0027】

【発明の実施の形態】〔第1の実施の形態〕以下、本発明にかかるインジェクタ駆動回路を具体化した第1の実施の形態を図1～図3に基づき説明する。

【0028】図1は、エンジンのインジェクタINJのソレノイドL1を駆動（励磁）するインジェクタ駆動回路1を示している。なお、同図1においては、エンジンの各気筒毎に設けられるインジェクタソレノイドの内の1つの気筒に対応した1個のインジェクタソレノイドL1を例に、これを駆動するための回路について示している。

【0029】ここでインジェクタ駆動回路1は、大きくは高電圧印加部2、タイミング制御部（TC）3、定電流制御部4、スイッチSW1～SW3にて構成される。なお、これらスイッチSW1～SW3はタイミング制御部3によってオン／オフ（ON／OFF）制御されるトランジスタ、FET（電界効果トランジスタ）等のスイッチング素子によって構成されている。以下、これらインジェクタ駆動回路1の構成部を個別に説明する。

【0030】高電圧印加部2は、高電圧チャージ制御部（HVC）20とコンデンサCによって構成される。高電圧チャージ制御部20は、バッテリーBに接続され例えば12Vのバッテリー電圧（+B）を200V程度の直流高電圧に変換するとともにコンデンサCへの充電制御を行う。

【0031】この高電圧チャージ制御部20は、例えば図2に示すような高圧チョッパ回路および出力電圧制御回路によって構成される。ここで、高圧チョッパ回路は、コイルL2、スイッチングトランジスタTr、ダイオードD4により構成される。また、出力電圧制御回路は、発振部21、AND回路22、比較回路23、出力電圧検出抵抗24、25、基準電圧発生抵抗26、27より構成される。そして、コンデンサCの充電電圧が所定電圧以下になり出力電圧検出抵抗24、25による検出電圧が基準電圧発生抵抗26、27による基準電圧を下回ったとき、スイッチングトランジスタTrのスイッチングが行われコンデンサCが所定電圧に充電される。すなわち、本実施の形態においてはコンデンサCの充電が高電圧チャージ制御部20によって自動的に行われ、インジェクタ駆動サイクル中に別途充電時間を設ける必要はない。なお、コンデンサCの容量は、後述するよう

(5)

特開平11-351039

7

に、インジェクタソレノイドL1に駆動電圧を印加する際に一定の高電圧の印加が可能となるような大きな容量とされる。

【0032】次にタイミング制御部3は、図示しないエンジン制御ユニット（以下「ECU」という）から入力される噴射指令信号に基づいて、所定タイミング毎にスイッチSW1～SW3を個別にON/OFF制御する。なお、ECUには、エンジンの作動状態を検出するために、各種センサ、例えばエアフローメータ、吸気温度センサ、スロットルセンサ、水温センサ、酸素センサ、エンジン回転数センサ等からの検出信号が入力される。ECUは、これらセンサからの検出信号に基づいてエンジンの運転状態を判断し、その運転状態に応じて燃料噴射制御を行う。すなわち、燃料噴射量（噴射時間）、燃料噴射時期等を決定し、これらの情報を有する前記噴射指令信号をタイミング制御部3へ出力する。

【0033】また、定電流制御部4は、タイミング制御部3またはインジェクタ電流の検出用抵抗R4の検出値に基づき、スイッチSW3をON/OFF制御する。この定電流制御部4は、例えば図1に示されるように、比較回路41、抵抗42、43、基準電圧発生抵抗44、45によって構成される。そして、タイミング制御部3からの制御信号に基づき、あるいはインジェクタ電流が所定値を越えないときにスイッチSW3をONしてインジェクタソレノイドL1（内部抵抗R1を含む）にバッテリー電圧（+B）を印加する。

【0034】また、スイッチSW1はタイミング制御部3からの制御信号により抵抗R2を介してON/OFF制御され、これによってコンデンサCからインジェクタソレノイドL1への高電圧の印加が制御される。また、スイッチSW2はタイミング制御部3からの制御信号により抵抗R3を介してON/OFF制御され、インジェクタソレノイドL1に流れる電流、すなわちインジェクタI NJの駆動が制御される。ここでツェナーダイオードZD1およびダイオードD3は、消磁回路を形成する。

【0035】次に、上記構成によるインジェクタ駆動回路1の動作を図3に示すタイムチャートを参照して説明する。いま、コンデンサCは高電圧チャージ制御部20によって充電されて高電圧Vcの状態にあるとする。このとき、図3（b）に示すように、インジェクタソレノイドL1の駆動時期並びに駆動時間情報が含まれるインジェクタ噴射指令信号がONとなる時刻t1にスイッチSW1をONとして、この充電による高電圧をインジェクタソレノイドL1に印加する。そのときのソレノイド印加電圧Vdは、図3（f）に示されるように、スイッチSW1がOFFとされる時刻t2に至るまで、すなわち図3（b）に示される期間τ1の間、矩形波状の高電圧Vcとなる。なお、図3（f）に示される電圧波形は、インジェクタソレノイドL1の端子電圧ではなく、

8

同ソレノイドL1への印加電圧、すなわち印加する側の合成電圧波形を示す。また上記期間τ1は確実な開弁を見込んだ時間（一定値）として設定される。

【0036】このとき、図3（e）に示す態様にて、インジェクタソレノイド励磁電流（以下、単に励磁電流という）ISOLが流れてニードルバルブが開き始める。そして、その電流値がインジェクタのニードルバルブを全開させる規定電流（大電流）値Ithを超える時刻t2においてスイッチSW1をOFFとして、インジェクタソレノイドL1への高電圧の印加を終了する。そして、同時刻t2からスイッチSW3がOFFとされる時刻t3に至るまでは例えば12Vのバッテリー電圧（+B）が同ソレノイドL1に印加される。この印加は、図3（d）に示されるように、スイッチSW3を時刻t1から時刻t3に至るまでの期間τ2においてONとすることにより行われる。このとき、全開したニードルバルブはほぼ全開状態を維持する。

【0037】すなわち、本実施の形態においては、高電圧をインジェクタソレノイドL1に印加してニードルバルブを全開させる時、コンデンサC自身の大きな容量とともに高電圧チャージ制御部20の制御により、その印加電圧Vdの波形は矩形波状とされる。そのため、そのときインジェクタソレノイドL1に流れる励磁電流ISOLは、図3（e）に示すように、従来のLCR過渡現象による場合（同図3（e）に点線にて示される）比へその立ち上りが早くなる。すなわち、本実施の形態においては、インジェクタソレノイドL1への印加電圧（高電圧）Vdの波形を矩形波状としてインジェクタソレノイドL1の励磁を早めることで、ニードルバルブの開弁時間を短縮し、燃料噴射の開始を早めることができる。そしてこれは、インジェクタI NJの噴射特性を高めることとなる。

【0038】次に、印加電圧Vdを矩形波状とすることで、従来のLCR過渡現象による場合に比べてソレノイド電流ISOLの立ち上りが早くなる理由を以下に説明する。コンデンサCの容量を大きくするとともに高電圧チャージ制御部20の制御によりその充電電圧を一定とし、その定電圧をインジェクタソレノイドL1に印加したときのソレノイド電流特性は、LR回路の過渡現象による同電流特性に近似することができる。そしてこのとき、LCRの各定数を下記の条件式（1）

$$R^2 > 4L/C \quad \dots\dots (1)$$

を満たすような所定値、例えば $R=10(\Omega)$ 、 $L=1(mH)$ 、 $C=100(\mu F)$ 等に選定する。このとき、上記LR回路の過渡現象に近似した本実施の形態のソレノイド電流の立ち上り特性は、従来のコンデンサCの放電によるLCR回路の過渡現象によるソレノイド電流の立ち上り特性より早なることが、発明者らの実験等によって確かめられている。なお、従来においてLCRの各定数は、通常、下記の条件式（2）

50

(5)

特開平11-351039

9

$$R^1 < 4L/C \quad \text{-----} \quad (2)$$

を満たすように設定される。すなわち、本実施の形態においては、LR回路に定電圧を印加した時のソレノイド電流特性に近似させて、同ソレノイドを励磁するようにしている。なお、上記条件式(1)および(2)、また各過渡現象に伴うソレノイド電流を表わす式等は周知であり、その詳細については割愛する。

【0039】次に、スイッチSW3を図3に示される時刻t3においてOFFして、バッテリー電圧(+B)のソレノイドL1への印加を終了する。そして、スイッチSW3を時刻t3から噴射指令信号がOFFとされる時刻t4に至るまでの期間t3において所定間隔にてON・OFFさせて、パルス状のバッテリー電圧(+B)をソレノイドL1に印加する。

【0040】すなわち、この期間t3において、上記規定電流(大電流)値に比べ小さな励磁電流ISOL(保持電流)をソレノイドL1に流して、全開したニードルバルブをほぼ全開状態に保持する。

【0041】続いて、上記噴射指令信号のOFFタイミングとなる時刻t4にて、スイッチSW2およびSW3をOFFし上記保持電流の供給を停止すると、ニードルバルブは急速に閉弁され、当該インジェクタによる燃料の噴射も急速に停止される。

【0042】図1に示したインジェクタ駆動回路1を通じてこうした動作が繰り返し実行されることにより、エンジンの各インジェクタソレノイドL1には、図3(e)に示される態様でその励磁電流ISOLが順次供給されるようになる。その結果、インジェクタのニードルバルブが高速駆動されるとともに、特にその開弁動作が高速化される。

【0043】以上説明した第1の実施の形態によって得られる効果について、以下に記載する。

(1) 本第1の実施の形態によれば、インジェクタソレノイドL1への印加開始時の印加電圧波形を矩形波状としてインジェクタソレノイドL1の励磁電流ISOLの立ち上りを早めることで、ニードルバルブの開弁時間を短縮することができる。すなわち、インジェクタの燃料噴射の開始を早めることができる。

【0044】(2) 本第1の実施の形態によれば、上記印加電圧Vdの印加開始波形を矩形波状とするための定電圧印加部2を、高電圧チャージ制御部20と大容量コンデンサCとにより容易に構成することができる。

【0045】(3) 本第1の実施の形態によれば、コンデンサCの充電がインジェクタ噴射指令信号のON/OFFにかかわらず高電圧チャージ制御部20によって自動的に行われる。そのため、インジェクタ駆動サイクル中に別途充電期間を設ける必要はない。これにより、インジェクタ駆動サイクルを短縮することができる。ひいては、エンジン高回転時においてもインジェクタ駆動のタイミングに余裕ができる。

10

【0046】[第2の実施の形態] 次に、本発明に係る第2の実施の形態について、図4および図5を参照して、上記第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。なお、上記第1の実施の形態と同一の構成要素については同一の符号を付してその説明を省略する。

【0047】本第2の実施の形態と前記第1の実施の形態との相違点は以下の点にある。

[1] 構造的には、図4に示されるように、本第2の実施の形態のインジェクタ駆動回路1aには、エンジンに設けられた燃料圧力センサ(図示略)からの検出信号を入力してそれを所定増幅率にて増幅する高電圧値制御部6がさらに追加して設けられる。この増幅された燃料圧力センサの検出信号は、図5に示されるように、前記高電圧チャージ制御部20の比較回路23の非反転入力端に入力される。

【0048】[2] 制御的には、燃料圧力センサの検出信号、すなわち燃料圧力に応じて先の図3(f)に示した印加電圧Vdの高電圧波高値Vcを変化させる。これは以下の理由による。

【0049】図6に示されるように、燃料圧力Pに比例してインジェクタのニードルバルブの開弁に要するエネルギーPw、すなわちインジェクタソレノイドL1に印加する図3(f)に示される高電圧波高値Vcは増大する。そのため、燃料圧力Pの変化にかかわらず同一開弁特性を得るとともにインジェクタソレノイドL1に効率的なエネルギーPwの供給を行うとすると、燃料圧力Pの変化に応じて印加電圧Vdの高電圧波高値Vcを変化させることが望ましい。

【0050】一般に、図7(a)に示されるように、燃料圧力センサの検出信号Vsは燃料圧力Pに比例する。ここでは、例えば図7(b)に示されるように、この検出信号Vsと高電圧値制御部6の出力(高電圧指示信号)Voも比例させ、さらに図7(c)に示されるように、高電圧チャージ制御部20の出力(高電圧波高値Vc)としても、この高電圧指示信号Voに比例した値が得られるようにする。すなわち、本第2の実施の形態においては、燃料センサの検出信号Vsに比例した高電圧波高値Vcが得られるようになる。そのため、たとえ燃料圧力Pが変化した場合であっても、その燃料圧力Pに依存しない安定したインジェクタINJの噴射特性が得られるとともに、インジェクタソレノイドL1に好適かつ効率的なエネルギーPwの供給ができる。

【0051】以上説明したように、第2の実施の形態のインジェクタ駆動回路1aによれば、上記第1の実施の形態の(1)～(3)の効果を得られるとともに、さらに以下のような効果を得ることができる。

【0052】(4) 本第2の実施の形態によれば、燃料圧力に応じて印加電圧Vdの高電圧波高値Vcを変化させるため、燃料圧力に依存しない安定したインジェクタINJの噴射特性が得られるとともに、インジェクタソ

11

レノイドL1に好適かつ効率的なエネルギーPwの供給が可能となる。

【0053】【第3の実施の形態】次に、本発明に係る第3の実施の形態について、図8～図10を参照して、上記第1および第2の実施の形態との相違点を中心に説明する。なお、ここでも上記第1および第2の実施の形態と同一の構成要素については同一の符号を付してその説明を省略する。

【0054】本第3の実施の形態と前記第1および第2の実施の形態との相違点は以下の点にある。

【1】構成的には、図8に示されるように、本第3の実施の形態のインジェクタ駆動回路1bには、前記燃料圧力センサの検出信号Vsに基づくファジィ推論によって印加電圧Vdの高電圧波高値Vcを決定するファジィ制御部7が設けられている。このファジィ制御部7は、ファジィ推論およびインジェクタ駆動制御演算等を行うもので、図示しないCPU、メモリ(RAMおよびROM)等を有して構成される。

【0055】【2】制御的には、前記印加電圧Vdの高電圧波高値Vcがファジィ推論に基づき決定される。以下、このファジィ推論による高電圧波高値制御の概要を図9～図10を参照して説明する。

【0056】図9はファジィ制御部7により実行される印加電圧Vdの高電圧波高値算出ルーチンを示しており、このルーチンはインジェクタI NJの噴射毎に実行される。なお、ファジィ制御部7は所定時間毎に燃料圧力センサの検出信号Vsをサンプリングして燃料圧力Pを算出し、その算出値をRAM(図省略)に格納する。

【0057】図9に示すステップS10において、所定時刻tにサンプリングした燃料圧力Ptに対する目標高電圧波高値Vcotを求める。なおこの目標高電圧波高値Vcotは、予め用意された図示しない燃料圧力-開弁に必要な目標高電圧波高値Vcotの関係マップに基づき求められる。

【0058】続いて、ステップS20において、前記目標高電圧波高値Vcotから前記燃料圧力Ptに対する実高電圧波高値Vctを算出したものを偏差VcHtとする。上記実高電圧波高値Vctは、前記高電圧チャージ制御部20からファジィ制御部7に入力される。

【0059】次にステップ30において、前記求められた目標高電圧波高値Vcotおよび偏差VcHtに基づいてファジィ推論を行って、前記高電圧チャージ制御部20における印加電圧Vdの高電圧波高値Vcを制御するための高電圧発生指令値Vrを求める。

【0060】このファジィ推論の方法を説明する。なお、ここでは、いわゆる「max-min論理推重心法」を使用して推論を行う。図10(a)は目標高電圧波高値Vcotのメンバシップ関数であり、「小」、「中」、「大」のラベルから構成され、そのグレードは0から1とする。また、図10(a')は図10(a)

(7)

特開平11-351039

12

に示されているメンバシップ関数に対する出力関数を示している。

【0061】図10(b)は前記目標高電圧波高値Vcotと実高電圧波高値Vctとの偏差VcHtに関するメンバシップ関数であり、「小」、「中」、「大」のラベルから構成され、そのグレードは0から1とする。また、図10(b')は図10(b)に示されているメンバシップ関数に対する出力関数を示している。

【0062】まず、図10(a)において、目標高電圧波高値Vcotを、例えばαとすると、メンバシップ関数「中」に対応する出力関数「中」の頭切りを行うとともにメンバシップ関数「小」に対応する出力関数「小」の頭切りを行う。そして、頭切りを行った両方のメンバシップ関数の論理和をとる。この論理和の部分は、図10(a')においてハッチング部分として示され、この論理和部分の重心H1を求める。

【0063】また、図10(b)において、例えば偏差VcHtをβとすると、メンバシップ関数「中」に対応する出力関数「中」の頭切りを行うとともにメンバシップ関数「大」に対応する出力関数「大」の頭切りを行い、頭切りを行った両方のメンバシップ関数の論理和をとる。論理和の部分は図10(b')のハッチング部分となる。そして、このハッチング部分の重心値H2を求める。

【0064】続いて、求められた重心値H1、H2に基づいて例えば次式に示す出力関数により高電圧発生指示値Vrを求める。

$$Vr = aH1 + bH2 \quad \cdots \cdots (3)$$

なお、上記(3)式において、a、bは所定定数とする。

【0065】上記のファジィ推論で高電圧発生指示値Vrが得られると、同指示値VrをRAMの所定記憶領域に格納し、このルーチンを一旦終了する。そして、次のインジェクタI NJの駆動時(図3において時刻t1)において、ファジィ制御部7は、前記高電圧発生指示値Vrに基づいて前記高電圧指示信号Voを作成し、高電圧チャージ制御部20に出力する。そして、高電圧チャージ制御部20は高電圧指示信号Voに基づいてコンデンサCを前記高電圧波高値Vcとなるように充電する。

【0066】以上説明したように、第3の実施の形態のインジェクタ駆動回路1bによれば、上記第1の実施の形態の(1)～(3)の効果、および第2の実施の形態の(4)の効果を得られるとともに、さらに以下のような効果を得ることができる。

【0067】(5)本第3の実施の形態によれば、インジェクタI NJの開弁に必要な最小エネルギーが燃料圧力に対して非線型(指数関数等)な関係にあっても、燃料圧力と高電圧波高値との関係マップさえあれば、必要な最小エネルギーの投入にてインジェクタの駆動制御が

13

可能となる。

【0068】なお、上記各実施の形態においては、高電圧充電制御部（HVC）20の昇圧回路を直流チョッパ回路にて構成

する例を示したがこれに限定されず、同昇圧回路は、例えば直流を一旦交流変換する直流間接変換回路等によって構成してもよい。

【0069】・上記各実施の形態においては、バッテリー電圧+BをインジェクタソレノイドL1に印加するためにスイッチSW3がON状態とされる期間 τ 2が、図3に示される時刻t1から時刻t3に至るまでの期間であるとしたがこれに限定されない。要は、スイッチSW1がOFFされ、インジェクタソレノイドL1への高電圧の印加が終了する時刻である時刻t2以前にスイッチSW3がONされていればよい。すなわち、スイッチSW3の「ON」時刻は、時刻t1から時刻t2の間に設定されるものであればよい。

【0070】・上記各実施の形態においては、インジェクタソレノイドL1に矩形波状の高電圧を印加させるための定電圧印加部2を、直流チョッパ回路等にて構成される高電圧充電制御部20および容量の大きい（例えば100 μ F）コンデンサCによって構成する例を示したがこれに限定されない。同定電圧印加部2は、例えば高圧パルス（矩形波）発生回路等によって構成されるものとしてもよい。

【0071】・上記各実施の形態においては、インジェクタソレノイドL1へ高電圧を印加するためにスイッチSW1を「ON」状態とする期間 τ 1は確実な開弁を見込んだ時間（一定値）として設定されるものとしたがこれに限らない。同期間 τ 1の決定およびスイッチSW1の「OFF」制御を、例えば図1に示すような高電圧印加時間制御部5によって、インジェクタソレノイド励磁電流ISOLの値に基づき行うようにしてもよい。

【0072】ここで高電圧印加制御部5は、前記定電圧制御部4と同様に、同図1に示されるように、比較回路51、抵抗52、53、基準電圧発生抵抗54、55によって構成され、前記励磁電流ISOLの検出抵抗R4の検出値に基づき、スイッチSW1の「OFF」時刻を制御する。すなわち、高電圧印加時間制御部5は、励磁電流ISOLが所定の前記規定電流値（しきい値）Ithに達したのを検出して、例えば図3に併せ示される時刻t2に、スイッチSW1をOFFとして、インジェクタソレノイドL1への高電圧Vcの印加を終了させる。この構成によれば、規定電流値Ithを検出して高電圧Vcの印加を終了するため、より確実にインジェクタINJを開弁させることができる。

【0073】・上記第2の実施の形態においては、燃料圧力に応じた印加電圧Vdの制御をその高電圧高値Vcを変化させて行う例を示したが、同印加電圧Vdの制

(8)

特開平11-351039

14

御を、例えば図12に示すような高電圧印加時間制御部5aによって、燃料圧力に応じて高電圧Vcの印加時間を変化させて行うようにしてもよい。

【0074】ちなみに、この高電圧印加時間制御部5aは、同図12に示されるように、例えば比較回路51a、抵抗52a、53aによって構成され、インジェクタソレノイド電流ISOLの検出抵抗R4の検出値および高電圧値制御部6からの高電圧印加時間制御信号に基づき、スイッチSW1の「OFF」時刻を制御する。

【0075】ここで高電圧値制御部6は、燃圧センサの検出信号Vsに応じた、例えば比例させた高電圧印加時間制御信号Voaを高電圧印加時間制御部5aの比較回路51aの非反転入力端に出力する。また、前記検出抵抗R4のソレノイド電流ISOL値に対応する検出値を同比較回路51aの反転入力端に出力する。このとき、スイッチSW1をOFFとするための比較回路51aの基準電圧（高電圧印加時間制御信号Voa）を燃料圧力に応じて変化させている。そのため、燃料圧力に応じて前記規定電流値Ithが変化し、高電圧Vcの印加時間も変化する。なおこのとき、高電圧高値Vcは一定値としてもよいし、燃料圧力に応じて変化させてもよい。

【0076】このように燃料圧力に応じて高電圧Vcの印加時間を変化させる構成においても、燃料圧力に依存しない安定したインジェクタINJの噴射特性が得られるとともに、インジェクタソレノイドL1に好適かつ効率的なエネルギーPwの供給が可能となる。

【0077】・上記第3の実施の形態においては、ファジィ推論を重心法に基づき行ったが他の推論方法に基づき行ってもよい。

【0078】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、インジェクタのソレノイドには矩形波状の高電圧が印加され、そのときのソレノイド励磁電流の立ち上りは、LCR回路の過渡現象による同励磁電流の立ち上りより早くなり、インジェクタの開弁時間を短くすることができる。

【0079】請求項2の発明によれば、コンデンサからソレノイドへの励磁電流はコンデンサの影響をほとんど受けず、LCR回路の過渡現象による励磁電流と考えることができる。そのため、同励磁電流の立ち上りは、一般に、LCR回路の過渡現象による同励磁電流の立ち上りより早く、インジェクタの開弁時間を短くすることができる。

【0080】請求項3の発明によれば、不要に開弁力を与えることを防止でき、それは開弁エネルギーの省エネ化となる。請求項4の発明によれば、インジェクタの開弁をより確実なものとすることができる。また高電圧の印加時間を好適に変化させることとなり、それは開弁エネルギーの省エネ化ともなる。

【0081】請求項5の発明によれば、ソレノイドに印加する高電圧の印加時間を燃料の圧力に応じて変更で

15

き、それは、燃料圧力の変化にかかわらずインジェクタの開弁エネルギーを最適化できるとともに同エネルギーの省エネ化ともなる。請求項6の発明によれば、燃料圧力の変化にかかわらずインジェクタの開弁エネルギーをより最適化できるとともに省エネ化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のインジェクタ駆動回路の第1の実施の形態を示す回路図。

【図2】同実施の形態の回路の高電圧チャージ制御部を示す回路図。

【図3】第1の実施の形態の動作態様を示すタイミングチャート。

【図4】この発明のインジェクタ駆動回路の第2の実施の形態を示す回路図。

【図5】同実施の形態の回路の高電圧チャージ制御部を示す回路図。

【図6】燃料圧力と開弁エネルギーとの関係を示すグラフ。

【図7】燃料圧力センサの入出力、高電圧値制御部の入出力、高電圧チャージ部の入出力を示すグラフ。

【図8】この発明のインジェクタ駆動回路の第3の実施の形態を示す回路図。

(9)

特開平11-351039

16

*【図9】同実施の形態の高電圧波高値算出ルーチンを示すフローチャート。

【図10】ファジィ理論のメンバーシップ関数およびその出力関数の説明図。

【図11】この発明のインジェクタ駆動回路の他の実施の形態を示す回路図。

【図12】同じくインジェクタ駆動回路の更に他の実施の形態を示す回路図。

【図13】従来例のインジェクタ駆動回路例を示す回路図。

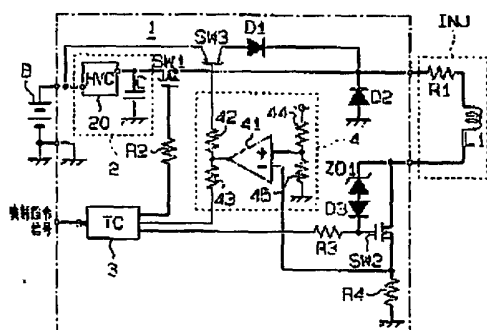
【図14】同じくその動作態様を示すタイミングチャート。

【符号の説明】

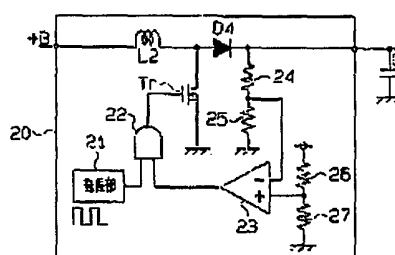
1、1a～1d…インジェクタ駆動回路、2…定電圧印加部（定電圧回路）、3…タイミング制御部、4…定電流制御部、5、5a…高電圧印加時間制御部、6…高電圧値制御部、7…ファジィ制御部、20…高電圧チャージ制御部、B…バッテリー、C…コンデンサ、INJ…インジェクタ、L1…インジェクタソレノイド、R1…インジェクタソレノイドの内部抵抗、SW1～SW3…スイッチ。

*

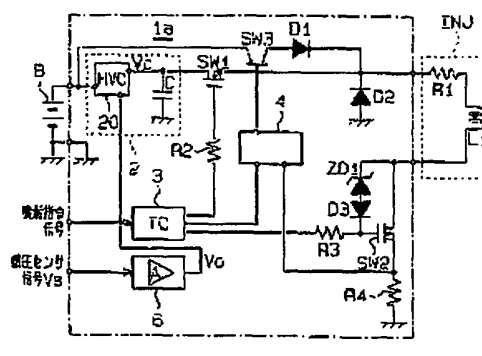
【図1】



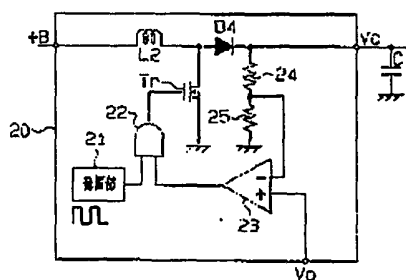
【図2】



【図4】



【図5】



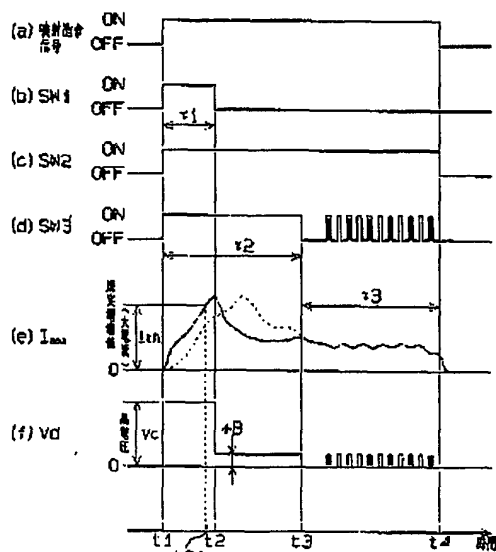
(11)

特開平11-351039

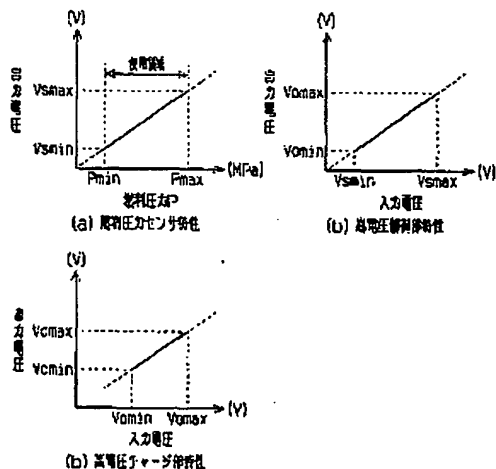
(10)

特開平11-351039

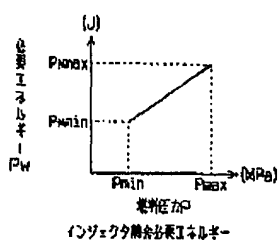
【図3】



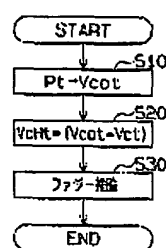
【図7】



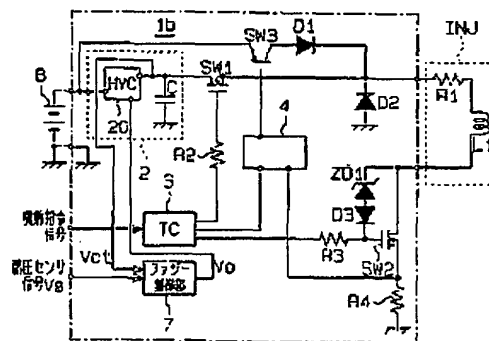
【図6】



【図9】



【図8】



【図10】

